

PCT/JP 01/01406

日本国特許庁

21.03.01

JAPAN PATENT OFFICE

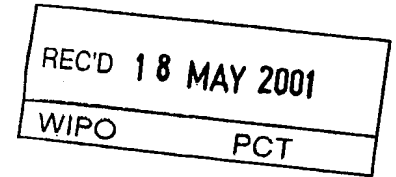
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

09/926362

2000年12月 1日



出願番号
Application Number:

特願2000-367541

出願人
Applicant(s):

イビデン株式会社

JPO1/1406
E K U

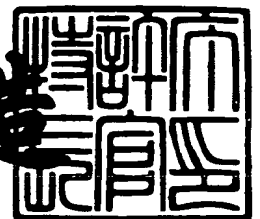
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 4月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3034767

【書類名】 特許願

【整理番号】 H12YAHP056

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/66

【発明者】

 【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内

 【氏名】 伊藤 康隆

【特許出願人】

 【識別番号】 000000158

 【氏名又は名称】 イビデン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100086586

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 安富 康男

【選任した代理人】

 【識別番号】 100104813

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 古谷 信也

【選任した代理人】

 【識別番号】 100108431

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村上 加奈子

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 033891

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0004108

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体製造・検査装置用セラミック基板および静電チャック

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 その内部に導体が形成されたセラミック基板であって、前記導体およびその近傍を含むセラミック層、および、前記導体より下のセラミック層は、破壊時に粒界破壊の性状を呈し、その他のセラミック層は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈することを特徴とする半導体製造・検査装置用セラミック基板。

【請求項 2】 セラミック基板の内部に静電電極および抵抗発熱体が形成された静電チャックであって、前記静電電極およびその近傍を含むセラミック層、および、前記静電電極より下のセラミック層は、破壊時に粒界破壊の性状を呈し、その他のセラミック層は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈することを特徴とする静電チャック。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主に、半導体製造・検査装置に用いられるセラミック基板、および、主に、半導体製造に用いられる静電チャックに関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体は種々の産業において必要とされる極めて重要な製品であり、半導体チップは、例えば、シリコン単結晶を所定の厚さにスライスしてシリコンウエハを製作した後、このシリコンウエハに種々の回路等を形成することにより製造される。

このような半導体チップの製造工程において、例えば、静電チャック、ホットプレート、ウエハプロバ、サセプタ等、セラミック基板をベースとして使用する半導体製造装置が盛んに用いられている。

【0003】

このような半導体製造装置として、例えば、特許第 2 5 8 7 2 8 9 号公報、特開平 1 0 - 7 2 2 6 0 号公報等には、これらの用途に使用されるセラミック基板が開示されている。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

このようなセラミックヒータでは、加熱の際に熱膨張しても、セラミック基板に反り、歪み等は発生しにくく、印加電圧や電流量の変化に対する温度追従性も良好であった。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、上記公報等が開示されているセラミック基板を用いたセラミックヒータによりシリコンウエハ等の被加熱物を加熱すると、しばしば、セラミック基板からセラミック粒子が脱落して、これがシリコンウエハ等の被加熱物に付着してパーティクルとなり、シリコンウエハ上に形成される回路の短絡や断線等を発生させるため、不良発生の原因となったり、シリコンウエハとセラミック基板との密着を妨げることにより、シリコンウエハの加熱が不均一になることがあった。

【 0 0 0 6 】

一方、このような粒子の脱落を防止するために、粒子の脱落が発生しないような構造のセラミック基板を製造すると、セラミック基板内の気孔の割合が多くなり、セラミック基板内の主面に平行な方向に導体が隣接する場合や、セラミック基板の主面に垂直な方向に導体が隣接して形成された静電チャックのような場合、導体間（例えば、隣接する抵抗発熱体の間や静電電極と抵抗発熱体との間）に存在する気孔中を電子が飛跳することによる短絡等が発生することがあった。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、セラミック基板における半導体ウエハ等の被処理物を載置等する面やその近傍からセラミック粒子が脱落することがなく、また、セラミック基板内部の基板主面に垂直な方向および平行な方向に隣接する導体間で短絡が発生することのない半導体製造・検査装置用セラミック基板、および、静電チャックを得ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記目的を達するために検討を行った結果、短絡のおそれがある、セラミック基板内部の導体およびその近傍を含む層、および、上記導体より下のセラミック層（以下、下層ともいう）は、内部に気孔の少ない、破壊時に粒界破壊の性状を呈するような層とし、一方、その他の層、すなわち、セラミック粒子の脱落が被処理物の不良発生につながるセラミック層（以下、上層ともいう）では、破壊時に粒子内破壊の性状を呈するような層とすることにより、セラミック基板の被処理物を載置等して加熱する面（以下、加熱面という）やその近傍からの粒子の脱落を防ぎ、被処理物へのパーティクルの付着を防止するとともに、内部の導体間の短絡を防止することができることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0009】

すなわち本発明は、その内部に導体が形成されたセラミック基板であって、上記導体およびその近傍を含むセラミック層、および、上記導体より下のセラミック層は、破壊時に粒界破壊の性状を呈し、その他のセラミック層は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈することを特徴とする半導体製造・検査装置用セラミック基板である。

ここで、上記粒子内破壊とは、破壊断面を観察した際、セラミック粒子間の境界ではなく、セラミック粒子の内部で破壊が生じている場合を指し、粒内破壊と同義である。一方、上記粒界破壊とは、破壊断面を観察した際、セラミック粒子の境界で破壊が生じている場合を指す。

【0010】

本発明においては、セラミック基板の上層では、例えば、原料粉末中に焼結助剤である希土類元素等の不純物元素をごく微量添加するか、または、 Al_2O_3 、 CaO 等の酸化物を焼結助剤として使用することにより、セラミックを構成する粒子を強固に密着させ、破壊時に粒子内破壊の性状を呈するような構造の層としてセラミック粒子の脱落を防ぎ、一方、セラミック基板の下層では、例えば、希土類元素等の不純物元素の量を多くして、焼結を進行させ、気孔の数を減らし、内

部の導体間の短絡を防止する。このように希土類元素等の不純物元素の量を多くした場合には、破壊時には粒界破壊の性状を呈するような層となる。

【 0 0 1 1 】

上述したように、上記セラミック基板の上層は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈するような構造の層である。このような構造の層は、粒子同士が強固に結合しており、大きな力が作用した場合、粒子間よりも結合の弱い粒子内の一定の結晶面で結晶が破断する。このように粒子同士の結合力が大きいため、この層の表面から粒子（パーティクル）は脱落しにくく、脱落したパーティクルが半導体ウエハ等の被処理物上に付着して回路の短絡や断線等が発生したり、不良発生の原因となったりすることがない。また、半導体ウエハ等を加熱する場合、脱落したパーティクルが、半導体ウエハとセラミック板との密着を妨げることにより、半導体ウエハの加熱が不均一になることもない。なお、上層では、気孔の数が下層に比べて多くなるが、これは、半導体ウエハ等の被処理物の脱着を容易に行うことができるため、好都合となる場合がある。

【 0 0 1 2 】

一方、上記セラミック基板の下層は、希土類元素等の不純物（焼結助剤）を多く添加して焼結を行い、焼結を進行させ、破壊時には粒界破壊の性状を呈するような層とする。このとき形成された層は、内部に存在する気孔の割合が少なく、セラミック基板の主面に平行な導体間（例えば、静電電極の正極と負極との間）やセラミック基板の主面に垂直な導体（静電電極と抵抗発熱体との間）間で、気孔に起因する短絡が発生しにくくなる。

【 0 0 1 3 】

上記セラミック基板が、その内部に静電電極および抵抗発熱体が形成されたセラミック基板である場合、このセラミック基板は静電チャックとして機能する。

【 0 0 1 4 】

この静電チャックでは、上層は誘電体膜として働き、上記セラミック基板上に載置された半導体ウエハ等の被処理物は、静電電極のクーロン力により、その加熱面に吸着される。上記誘電体膜は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈するような構造の層であり、この層を構成する粒子同士は強固に接合されているため、その表

面からセラミック粒子の脱落がなく、誘電体膜表面からパーティクルが脱落し、被処理物に付着することによる、被処理物と静電チャックとの密着不良を防止することができる。

【 0 0 1 5 】

一方、下層のセラミック層（上記静電電極およびその近傍を含む層、および、上記静電電極より下のセラミック層）は、破壊時に粒界破壊の性状を呈し、気孔の割合が少ないため、静電電極間および抵抗発熱体間、または、静電電極と下層の抵抗発熱体との間の短絡を防止することができる。また、R F 電極が存在する場合、静電電極と R F 電極、および、R F 電極と抵抗発熱体との間の短絡も防ぐことができる。

【 0 0 1 6 】

なお、本発明では、破壊断面が粒子内破壊か粒内破壊かどうかの確認は、2 0 0 0 ～ 5 0 0 0 倍の電子顕微鏡写真により行う。破壊が粒子境界で生じ、破壊断面が複雑で、表面に粒子の形状が現れている場合には、粒界破壊であり、一方、破壊が粒子内で生じ、破壊断面が比較的平坦である場合には、粒子内破壊である。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を実施の形態に則して説明する。

本発明のセラミック基板は、その内部に導体が形成されたセラミック基板であって、

上記導体およびその近傍を含むセラミック層、および、上記導体より下のセラミック層は、破壊時に粒界破壊の性状を呈し、その他のセラミック層は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈することを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

また、本発明の静電チャックは、セラミック基板の内部に静電電極および抵抗発熱体が形成された静電チャックであって、

上記静電電極およびその近傍を含む層、および、上記静電電極より下のセラミック層は、破壊時に粒界破壊の性状を呈し、その他のセラミック層は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈することを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

本発明のセラミック基板は、その内部に形成された導体が、静電電極および抵抗発熱体である場合、本発明の静電チャックとして機能するものである。従って、以下の説明においては、本発明のセラミック基板の一実施形態である静電チャックを中心に行うこととする。

【 0 0 2 0 】

図 1 は、本発明の静電チャックを模式的に示した縦断面図であり、図 2 は、図 1 に示した静電チャックにおける A - A 線断面図であり、図 3 は、図 1 に示した静電チャックにおける B - B 線断面図である。

【 0 0 2 1 】

この静電チャック 1 0 1 では、円板形状のセラミック基板 1 の表面に、半円弧状部 2 a と櫛歯部 2 b とからなるチャック正極静電層 2 と、同じく半円弧状部 3 a と櫛歯部 3 b とからなるチャック負極静電層 3 とからなる静電電極層が、櫛歯部 2 b と櫛歯部 3 b とを交差させるように対向して形成されており、この静電電極層の上に薄いセラミック誘電体膜 4 が形成されている。また、図示はしないが、セラミック基板 1 は、その破壊断面の性状が異なる上層と下層との 2 層から構成されている。

【 0 0 2 2 】

また、このチャック正極静電層 2 およびチャック負極静電層 3 には、それぞれ直流電源の + 側と - 側とが接続され、直流電圧 V_2 が印加されるようになっている。また、この静電チャック 1 0 1 上には、シリコンウエハ 9 が載置され、接地されている。

【 0 0 2 3 】

一方、セラミック基板 1 の内部には、シリコンウエハ 9 の温度をコントロールするために、図 3 に示したような平面視同心円形状の抵抗発熱体 5 が設けられており、抵抗発熱体 5 の両端には、外部端子 1 3 が接続、固定され、電圧 V_1 が印加されるようになっている。また、図 1、2 には示していないが、このセラミック基板 1 には、図 3 に示したように、測温素子を挿入するための有底孔 1 4 とシリコンウエハ 9 を支持して上下させるリフターピン（図示せず）を挿通するための

貫通孔 1 5 とが形成されている。

【 0 0 2 4 】

そして、チャック正極静電層 2 とチャック負極静電層 3 との間に直流電圧 V_2 を印加すると、シリコンウエハ 9 は、チャック正極静電層 2 とチャック負極静電層 3 との静電的な作用（クーロン力）により、セラミック誘電体膜 4 に吸着され、固定される。

【 0 0 2 5 】

本発明の静電チャックは、上述した構成を有し、例えば、図 1 ～ 3 に示したような実施形態を有するものである。

以下においては、上記静電チャックを構成する各部材、および、本発明の静電チャックの他の実施形態等について、順次、詳細に説明していくことにする。

【 0 0 2 6 】

本発明の静電チャックを構成するセラミック基板では、その上層には、セラミック基板を構成する元素以外の元素（例えば、ホウ素、ナトリウム、カルシウム、ケイ素、酸素あるいは後述する焼結助剤である希土類元素等の不純物元素）が微量存在し、この上層を構成するセラミックを破壊した際、粒子内破壊の性状を呈する構造となっている。一方、セラミック基板の下層には、セラミック基板を構成する元素以外の元素がセラミック粒子の粒界に微量偏在するため、この下層を構成するセラミックを破壊した際、粒界破壊の性状を呈する構造となっている。

【 0 0 2 7 】

セラミック基板は、上述のように上層と下層とから構成されているが、これらの層を構成するセラミック材料は、例えば、希土類元素等の不純物の含有量が異なるほか、主成分は同一の材料よりなる。

【 0 0 2 8 】

セラミック基板を構成するセラミック材料の主成分としては特に限定されるものではなく、例えば、窒化物セラミック、炭化物セラミック、酸化物セラミック等が挙げられる。

【 0 0 2 9 】

上記窒化物セラミックとしては、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニ

ウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。

また、上記炭化物セラミックとしては、金属炭化物セラミック、例えば、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等が挙げられる。

【 0 0 3 0 】

上記酸化物セラミックとしては、金属酸化物セラミック、例えば、アルミナ、ジルコニア、コージェライト、ムライト等が挙げられる。

これらのセラミックは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【 0 0 3 1 】

これらのセラミックの中では、窒化物セラミック、炭化物セラミックの方が酸化物セラミックに比べて望ましい。熱伝導率が高いからである。

また、窒化物セラミックの中では窒化アルミニウムが最も好適である。熱伝導率が $180 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ と最も高いからである。

【 0 0 3 2 】

また、これらの材料からなるセラミック基板を製造する際に用いる原料セラミック粉末の平均粒子径は、 $0.2 \sim 1.5 \mu\text{m}$ 程度が望ましい。平均粒子径が $0.2 \mu\text{m}$ 未満と小さすぎると成形体の高密度が低下しすぎて焼結が良好に進行しにくくなったり、異常粒成長が発生し、一方、原料セラミック粉末の平均粒子径が $1.5 \mu\text{m}$ を超えると、焼結後のセラミック粒子の粒径が大きくなりすぎ、上層では粒界破壊の性状を呈し、下層では、焼結体の曲げ強度、破壊靱性値が低くなる。

【 0 0 3 3 】

上記希土類元素等の不純物は、通常、原料セラミック粉末を焼成する際、その焼結性を高めるために添加するものであるが、例えば、上記添加する不純物がイットリアである場合、上記セラミック基板の上層となるグリーンシートを作製する際の上記イットリアの添加量は、原料セラミック粉末 100 重量部に対して 1.0 重量部以下であることが望ましい。1.0 重量部を超えると、上層を構成するセラミックを破壊した際、粒界破壊の性状を呈し、セラミック粒子が脱落し、半導体ウエハ等の被吸着物にパーティクルを発生させる。上記イットリアの添加量

は、原料セラミック粉末100重量部に対して0.5重量部以下であることがより望ましい。

【0034】

一方、セラミック基板の下層では、上記イットリアの添加量は、原料セラミック粉末100重量部に対して1.0～20重量部程度であることが望ましい。1.0重量部未満であると、その破壊断面が粒子内破壊の性状を呈し、セラミック粉末の焼結が不十分であるため、その内部に多くの気孔が存在し、この気孔中を電子が飛跳することによる短絡が発生することがあり、一方、20重量部を超えると、焼成されたセラミック基板の強度や熱伝導率が低下してしまう場合がある。

【0035】

セラミック基板の上層を構成するセラミック粒子の平均粒子径は、 $2\mu\text{m}$ 以下に制御され、下層を構成するセラミック粒子の平均粒子径は、 $2\sim 10\mu\text{m}$ の範囲に制御されていることが望ましい。セラミック粒子の平均粒子径をこのような範囲に制御することで、セラミック基板の上層では粒子内破壊の性状を呈し、下層では粒界破壊の性状を呈するからである。

【0036】

なお、上記セラミック粒子の平均粒子径の測定は以下の通りにして求める。

まず、5つの試料を用意し、一つの試料につき、10箇所を電子顕微鏡で撮影し、粒子一つについて、最大の直径と最小の直径とからその平均を求め、これをこの粒子の粒子径とし、同様にして画像中の粒子について粒子径の平均を求めて一画像の平均の粒子径を測定する。

次に、他の画像について、同様にして平均の粒子径を求め、これらの平均の粒子径を平均することで、セラミック基板のセラミック粒子の平均粒子径とする。

【0037】

このような平均粒子径のセラミック基板を製造する方法は、特に限定されるものではないが、上述したような条件で焼結助剤（イットリア）0.5重量%以下を添加した後、焼成処理を施す際、その焼成温度を 1600°C 以上、 1800°C 未満に保つことにより製造することができる。焼成温度が 1600°C 未満であると、セラミック粒子の焼結の進行が不十分である場合があり、一方、焼成温度が1

800℃以上であると、セラミック基板の上層ではセラミック粒子の平均粒子径が2 μmを超え、下層では10 μmを超えるものとなる場合がある。

【0038】

なお、上記上層となるグリーンシートを作製する際に添加されたイットリアは、焼結体中に、殆ど存在しない場合もある。例えば、窒化アルミニウム焼結体を製造する際に、0.5重量%以下のイットリアを添加した場合、焼結過程においてイットリアは外部に向かって拡散し、表面から飛散するため、焼結体内に殆ど残留していない。

上記上層は、このように粒界に存在する焼結助剤等の不純物の量が非常に少ないため、上層を構成するセラミック粒子同士が強固に結合している。従って、この上層に大きな力を作用させても、粒子境界で破壊が発生せず、粒子内の原子同士の結合が比較的弱い結晶面で破壊が進行するのである。

【0039】

また、セラミック基板の上層は、酸化性雰囲気中で焼成したセラミック粉末を用いることによって形成することができる。この場合、上述したような原料セラミック粉末を、酸素または空気中で500～1000℃で加熱することが望ましい。

【0040】

セラミック基板の上層は、5～5000 μmの厚さであることが望ましい。これは、上記静電チャックのセラミック誘電体膜と同程度の厚さである。ただし、上層と静電電極との間に、2～2000 μm程度の下層と同じ組成のものが存在していてもよい。これは、例えば、静電電極の正極と負極との間の短絡を防止する必要がある場合があるからである。従って、そのようなおそれがない場合には、静電電極の下部近傍の5～5000 μmの範囲内にも、上層が存在してもよい。そして、セラミック基板から上記上層を除いた部分が、セラミック基板の下層となる。この下層部分には、セラミック基板中に形成された抵抗発熱体、または、抵抗発熱体と静電電極とが埋設されている。

【0041】

また、上層は、0.05～10重量%の酸素を含有していることが望ましい。こ

れにより、粒子同士の結合が強くなる。上層に酸素を含有させるためには、例えば、窒化アルミニウムの粉末を酸化性雰囲気で焼成し、表面に酸素（アルミナ）を有する粉末とした後、焼成する方法、窒化アルミニウムの粉末を酸化性雰囲気で焼成し、表面に酸素（アルミナ）を有する粉末とした後、CaOの粉末を添加し焼成する方法、窒化アルミニウムの粉末にCaOの粉末を添加し、酸化性雰囲気で焼成する方法等が望ましい。酸素含有量が0.05重量%未満では、焼結が進まず粒子境界で破壊が生じ、また、欠陥が生ずるため、高温での曲げ強度が低下し、一方、10重量%を超えると、粒子境界に偏析した酸素等が欠陥となり、やはり、高温での曲げ強度が低下する。

【0042】

上記上層は、最大気孔の気孔径が $50\mu\text{m}$ 以下であることが望ましく、気孔率は5%以下が望ましい。最大気孔の気孔径が $50\mu\text{m}$ を超えると、高温（特に 200°C 以上）での耐電圧特性を確保することが難しくなるからである。また、上記気孔径は $10\mu\text{m}$ 以下であることがより望ましい。 200°C 以上での反り量が小さくなるからである。

なお、上記のように、セラミック誘電体膜である上層中にある程度の気孔があってもよいとしているのは、上記セラミック誘電体膜の表面にある程度の開気孔が存在する方が、シリコンウエハ等の被吸着物のデチャックをスムーズに行うことができるからである。

【0043】

一方、下層は全く気孔が存在しないか、気孔が存在する場合はその気孔率は5%以下であることが望ましく、最大気孔の気孔径は $50\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。上記気孔率が5%を超えると、この気孔中を電子が飛跳してしまい、下層中に形成された静電電極間および抵抗発熱体間、および、静電電極と抵抗発熱体との間の絶縁性を確保することができない。

【0044】

なお、本発明の静電チャックを構成するセラミック基板の上層と下層とでは、気孔率が異なっているが、セラミック基板全体として気孔率は、5%以下で、最大気孔の気孔径が $50\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

上記気孔率が5%を超えると、セラミック基板中の気孔数が増加し、また、気孔径が大きくなりすぎ、その結果、気孔同士が連通しやすくなり、このような構造のセラミック基板では、耐電圧が低下してしまうからである。

また、最大気孔の気孔径が50 μ mを超えると、セラミック基板の厚さに対する気孔径の比率が大きくなり、また、気孔同士が連通する割合も多くなるため、やはり耐電圧が低下してしまうからである。

気孔率は、0または3%以下がより好ましく、最大気孔の気孔径は、0または10 μ m以下がより好ましい。

【0045】

上記気孔率は、アルキメデス法により測定する。焼結体を粉砕して有機溶媒中あるいは水銀中に粉砕物を入れて体積を測定し、粉砕物の重量と体積から真比重を求め、真比重と見かけの比重から気孔率を計算するのである。

【0046】

上記最大気孔の気孔径を測定するには、試料を5個用意し、その表面を鏡面研磨し、2000～5000倍の倍率で表面を電子顕微鏡で10箇所撮影する。そして、撮影された写真で最大の気孔径を選び、50ショットの平均を最大気孔の気孔径とする。

【0047】

次に、上述した上層と下層とからなるセラミック基板全体の特性について説明する。

上記セラミック基板は、明度がJIS Z 8721の規定に基づく値でN4以下のものであることが望ましい。このような明度を有するものが輻射熱量、隠蔽性に優れるからである。また、このようなセラミック基板は、サーモビュアにより、正確な表面温度測定が可能となる。

【0048】

ここで、明度のNは、理想的な黒の明度を0とし、理想的な白の明度を10とし、これらの黒の明度と白の明度との間で、その色の明るさの知覚がなど歩度となるように各色を10分割し、N0～N10の記号で表示したものである。

そして、実際の測定は、N0～N10に対応する色票と比較して行う。この場合

の小数点 1 位は 0 または 5 とする。

【 0 0 4 9 】

このような特性を有するセラミック基板は、セラミック基板中にカーボンを 1 0 0 ~ 5 0 0 0 p p m 含有させることにより得られる。カーボンには、非晶質のものと結晶質のものがあり、非晶質のカーボンは、セラミック基板の高温における体積抵抗率の低下を抑制することでき、結晶質のカーボンは、セラミック基板の高温における熱伝導率の低下を抑制することができるため、その製造する基板の目的などに応じて適宜カーボンの種類を選択することができる。

【 0 0 5 0 】

非晶質のカーボンは、例えば、C、H、O だけからなる炭化水素、好ましくは、糖類を、空气中で焼成することにより得ることができ、結晶質のカーボンとしては、グラファイト粉末などを用いることができる。

また、アクリル系樹脂を不活性雰囲気下で熱分解させた後、加熱加圧することによりカーボンを得ることができるが、このアクリル系樹脂の酸価を変化させることにより、結晶性（非晶性）の程度を調整することもできる。

【 0 0 5 1 】

また、上記セラミック基板の厚さは、2 0 m m 以下であることが望ましい。セラミック基板の厚さが 2 0 m m を超えると、セラミック基板の熱容量が大きすぎる場合があり、セラミック基板を加熱、冷却すると、熱容量の大きさに起因して温度追従性が低下するからである。また、その厚さは、0 . 5 m m 以上であることが望ましい。0 . 5 m m より薄いと、セラミック基板の強度自体が低下するため破損しやすくなる。より望ましくは、1 . 5 m m を超え 5 m m 以下である。5 m m より厚くなると、熱が伝搬しにくくなり、加熱の効率が低下する傾向が生じ、一方、1 . 5 m m 以下であると、セラミック基板中を伝搬する熱が十分に拡散しないため加熱面に温度のばらつきが発生することがあり、また、セラミック基板の強度が低下して破損する場合があるからである。

【 0 0 5 2 】

上記セラミック基板は、その直径は 1 9 0 m m を超えるものが望ましい。特に 1 2 インチ（3 0 0 m m）以上であることが望ましい。次世代のシリコンウエハの

主流となるからである。

また、上記セラミック基板は、円板であることが望ましい。通常、シリコンウエハなどの円形の被処理物を吸着、加熱するからである。

【 0 0 5 3 】

本発明では、必要に応じて、セラミック基板に熱電対を埋め込んでおくことができる。熱電対によりセラミック基板（静電チャック）の温度を測定し、そのデータをもとに電圧、電流量を変えて、温度を制御することができるからである。

【 0 0 5 4 】

上記熱電対の金属線の接合部位の大きさは、各金属線の素線径と同一か、もしくは、それよりも大きく、かつ、0.5mm以下がよい。このような構成によって、接合部分の熱容量が小さくなり、温度が正確に、また、迅速に電流値に変換されるのである。このため、温度制御性が向上してウエハの加熱面の温度分布が小さくなるのである。

上記熱電対としては、例えば、J I S - C - 1 6 0 2（1980）に挙げられるように、K型、R型、B型、S型、E型、J型、T型熱電対が挙げられる。

【 0 0 5 5 】

本発明の静電チャックにおいて形成される静電電極としては、図2に示したような形状の静電電極が挙げられ、その材質としては、例えば、金属または導電性セラミックの焼結体、金属箔等が挙げられる。

【 0 0 5 6 】

上記金属焼結体としては、タングステン、モリブデンから選ばれる少なくとも1種からなるものが好ましい。また、上記金属箔も、金属焼結体と同じ材質からなることが望ましい。これらの金属は比較的酸化しにくく、電極として十分な導電性を有するからである。また、導電性セラミックとしては、タングステン、モリブデンの炭化物から選ばれる少なくとも1種を使用することができる。

【 0 0 5 7 】

図4および図5は、他の静電チャックにおける静電電極を模式的に示した水平断面図であり、図4に示した静電チャック20では、セラミック基板1の内部に半円形状のチャック正極静電層22とチャック負極静電層23が形成されており、

図 5 に示した静電チャックでは、セラミック基板 1 の内部に円を 4 分割した形状のチャック正極静電層 3 2 a、3 2 b とチャック負極静電層 3 3 a、3 3 b が形成されている。また、2 枚の正極静電層 2 2 a、2 2 b および 2 枚のチャック負極静電層 3 3 a、3 3 b は、それぞれ交差するように形成されている。

静電チャックには、R F 電極を設けておいてもよい。

なお、円形等の電極が分割された形態の電極を形成する場合、その分割数は特に限定されず、5 分割以上であってもよく、その形状も扇形に限定されない。

【 0 0 5 8 】

これらの静電電極は、上述した通り、セラミック基板の下層中に形成されている。従って、これらの静電電極と外部端子とを接続するための接続部（スルーホール）が必要となる。このスルーホールは、タングステンペースト、モリブデンペースト等の高融点金属、タングステンカーバイド、モリブデンカーバイド等の導電性セラミックを充填することにより形成される。

【 0 0 5 9 】

上記スルーホールの直径は、0. 1 ～ 1 0 mm が望ましい。断線を防止しつつ、クラックや歪みを防止することができるからである。このスルーホールを接続パッドとして外部端子を接続する。

【 0 0 6 0 】

接続は、半田、ろう材により行う。ろう材としては銀ろう、パラジウムろう、アルミニウムろう、金ろうを使用する。金ろうとしては、Au - Ni 合金が望ましい。Au - Ni 合金は、タングステンとの密着性に優れるからである。

【 0 0 6 1 】

Au / Ni の比率は、[8 1. 5 ～ 8 2. 5 (重量%)] / [1 8. 5 ～ 1 7. 5 (重量%)] が望ましい。

Au - Ni 層の厚さは、0. 1 ～ 5 0 μ m が望ましい。接続を確保するに十分な範囲だからである。また、 $10^{-6} \sim 10^{-5}$ Pa の高真空で 5 0 0 ～ 1 0 0 0 $^{\circ}$ C の高温で使用すると Au - Cu 合金では劣化するが、Au - Ni 合金ではこのような劣化がなく有利である。また、Au - Ni 合金中の不純物元素量は全量を 1 0 0 重量部とした場合に 1 重量部未満であることが望ましい。

【 0 0 6 2 】

上記セラミック基板の下層中に形成される抵抗発熱体としては、図 3 に示したような互いに二重の同心円同士が一組の回路として、一本の線になるように形成されたパターンのもものほか、例えば、渦巻き、偏心円、屈曲線等のパターンのもものを挙げるができるが、セラミック基板の全体の温度を均一にすることができる点から、図 3 に示したような同心円状のものか、または、同心円と屈曲形状とを組み合わせたものが好ましい。

【 0 0 6 3 】

また、上記抵抗発熱体の材質としては、例えば、金属または導電性セラミックの焼結体、金属箔、金属線等が挙げられる。

【 0 0 6 4 】

上記金属焼結体としては、タングステン、モリブデンから選ばれる少なくとも 1 種が好ましい。これらの金属は比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。

上記金属焼結体を使用される金属粒子は、球状、リン片状、もしくは球状とリン片状の混合物を使用することができる。

【 0 0 6 5 】

また、上記導電性セラミックとしては、タングステン、モリブデンの炭化物から選ばれる少なくとも 1 種を使用することができる。

【 0 0 6 6 】

上記金属焼結体中には、金属酸化物を添加してもよい。この金属酸化物を使用するのは、セラミック基板と金属粒子を密着させるためである。上記金属酸化物により、セラミック基板と金属粒子との密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子の表面はわずかに酸化膜が形成されており、セラミック基板は、酸化物の場合は勿論、非酸化物セラミックである場合にも、その表面には酸化膜が形成されている。従って、この酸化膜が金属酸化物を介してセラミック基板表面で焼結して一体化し、金属粒子とセラミック基板とが密着するのではないかと考えられる。

【 0 0 6 7 】

上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (B_2O_3)、アルミナ、イットリア、チタニアから選ばれる少なくとも1種が好ましい。これらの酸化物は、抵抗発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子とセラミック基板との密着性を改善することができるからである。

【0068】

上記金属酸化物は、金属粒子100重量部に対して0.1重量部以上10重量部未満であることが望ましい。この範囲で金属酸化物を用いることにより、抵抗値が大きくなりすぎず、金属粒子とセラミック基板との密着性を改善することができるからである。

【0069】

また、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (B_2O_3)、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を100重量部とした場合に、酸化鉛が1～10重量部、シリカが1～30重量部、酸化ホウ素が5～50重量部、酸化亜鉛が20～70重量部、アルミナが1～10重量部、イットリアが1～50重量部、チタニアが1～50重量部が好ましい。但し、これらの合計が100重量部を超えない範囲で調整されることが望ましい。これらの範囲が特にセラミック基板との密着性を改善できる範囲だからである。

【0070】

上記金属箔としては、例えば、ニッケル箔、ステンレス箔等をエッチング等でパターン形成して抵抗発熱体としたものが望ましい。

また、上記金属線としては、例えば、タングステン線、モリブデン線等が挙げられる。上記パターン化した金属箔は、樹脂フィルム等ではり合わせてもよい。

【0071】

上記抵抗発熱体は、複数層設けてもよい。この場合は、各層のパターンは相互に補完するように形成されて、加熱面からみるとどこかの層にパターンが形成された状態が望ましい。例えば、互いに千鳥の配置になっている構造である。

【0072】

また、上記抵抗発熱体は、上記セラミック基板の底面からその厚さの60%の範囲までに設けることが望ましい。熱が加熱面に到達するまでに拡散し、加熱面の

温度が均一になりやすいからである。

【 0 0 7 3 】

上記抵抗発熱体の厚さは、 $1 \sim 50 \mu\text{m}$ 程度であることが好ましく、その幅は、 $5 \sim 20 \mu\text{m}$ 程度であることが好ましい。

また、抵抗発熱体は、断面形状が矩形であっても、楕円であってもよいが、扁平であることが望ましい。扁平の方が加熱面に向かって放熱しやすいため、加熱面の温度分布ができにくいからである。

また、抵抗発熱体の断面のアスペクト比（抵抗発熱体の幅／抵抗発熱体の厚さ）は、 $200 \sim 5000$ とすることが望ましい。

【 0 0 7 4 】

また、上記抵抗発熱体はセラミック基板の下層中に形成されているため、上述した静電電極の場合と同様に、外部端子と接続するためのスルーホールを設ける必要がある。このスルーホールは、上述した静電電極を接続するためのスルーホールと同様のものを挙げることができる。

【 0 0 7 5 】

また、上記抵抗発熱体は、セラミック基板の底面に形成されていてもよい。この場合、上述したような金属粒子等を含む抵抗発熱体用の導体ペーストをセラミック基板の底面に塗布して所定のパターンの導体ペースト層を形成した後、これを焼き付け、セラミック基板の底面で金属粒子等を焼結させる方法が好ましい。なお、金属の焼結は、金属粒子同士および金属粒子とセラミックとが融着していれば充分である。

【 0 0 7 6 】

上記導体ペーストとしては特に限定されないが、上述した金属粒子または導電性セラミックが含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤等を含むものが好ましい。

【 0 0 7 7 】

上記樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂等が挙げられる。また、上記溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコール等が挙げられる。上記増粘剤としては、例えば、セルロース等が挙げられる。

【 0 0 7 8 】

抵抗発熱体をセラミック基板の底面に形成した場合の抵抗発熱体の厚さは、 $1 \sim 30 \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ であることがより好ましい。また、その幅は、 $0.1 \sim 20 \text{mm}$ であることが好ましく、 $0.1 \sim 5 \text{mm}$ であることがより好ましい。

【 0 0 7 9 】

また、そのアスペクト比は、 $10 \sim 200$ であることが望ましい。このアスペクト比は、抵抗発熱体をセラミック基板の底面に形成した場合の方がセラミック基板の内部に抵抗発熱体を形成したものに比べて大きくなるが、これは、抵抗発熱体をセラミック基板の内部に設けると、加熱面と抵抗発熱体との距離が短くなり、表面の温度均一性が低下するため、抵抗発熱体自体を扁平にする必要があるからである。

また、このような抵抗発熱体は、その表面を金属被覆層で被覆されていることが望ましい。抵抗発熱体の表面が酸化されて抵抗値が変化することを防止するためである。

【 0 0 8 0 】

本発明の静電チャックにおける温度制御手段としては、上記抵抗発熱体のほかに、例えば、ペルチェ素子が挙げられる。

【 0 0 8 1 】

温度制御手段としてペルチェ素子を使用する場合は、電流の流れる方向を変えることにより発熱、冷却両方行うことができるため有利である。

ペルチェ素子は、p型、n型の熱電素子を直列に接続し、これをセラミック基板などに接合させることにより形成される。

ペルチェ素子としては、例えば、シリコン・ゲルマニウム系、ビスマス・アンチモン系、鉛・テルル系材料等が挙げられる。

【 0 0 8 2 】

図 6 は、以上のような構成の本発明の静電チャックを配設するための支持容器の一例を模式的に示した断面図である。

支持容器 4 1 には、静電チャック 1 0 1 が断熱材 4 5 を介して嵌め込まれるよう

になっている。また、この支持容器 4 1 には、冷媒吹き出し口 4 2 が形成されており、冷媒注入口 4 4 から冷媒が吹き込まれ、冷媒吹き出し口 4 2 を通って吸引口 4 3 から外部に出ていくようになっており、この冷媒の作用により、静電チャック 1 0 1 を冷却することができるようになっている。

また、支持容器 4 1 は、静電チャック 1 0 1 を支持容器 4 1 の上面に載置した後、ボルト等の固定部材で固定するようになっていてもよい。

【 0 0 8 3 】

以上、本発明のセラミック基板の一実施形態である本発明の静電チャックについて説明したが、本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板において、その内部に形成された導体が抵抗発熱体のみである場合には、上記セラミック基板は、セラミックヒータとして機能する。

図 7 は、本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板の一例であるセラミックヒータを模式的に示した底面図であり、図 8 は、図 7 に示したセラミックヒータの一部を模式的に示した部分拡大断面図である。

【 0 0 8 4 】

図 7 に示したように、セラミックヒータ 2 0 1 を構成するセラミック基板 1 1 0 は、円板状に形成されており、一方、セラミック基板 1 1 0 の内部には、複数の抵抗発熱体 1 5 が形成され、これらの回路の配置により、加熱面 1 1 0 a での温度が均一になるように設計されている。

【 0 0 8 5 】

セラミック基板 1 1 0 は、図 8 に示したように、抵抗発熱体 1 5 のわずかに上方を境目として、破壊時に粒子内破壊の性状を呈する上層 1 0 8 と破壊時に粒界破壊の性状を呈する下層 1 0 9 とに分かれている。

【 0 0 8 6 】

また、抵抗発熱体 1 5 の端部の直下にはスルーホール 2 7 が設けられ、このスルーホール 2 7 が外部に露出するように袋孔を形成し、該袋孔に入出力用の外部端子 2 3 を挿入し、外部端子 2 3 がスルーホール 2 7 を介して抵抗発熱体 1 5 と電源等との接続を図ることができるようになっている。なお、図 8 では、図示していないが、この外部端子 2 3 に、配線を備えたソケット等が接続され、電源等と

の接続が図られている。

【 0 0 8 7 】

また、セラミック基板 1 1 0 には、測温素子を挿入するための有底孔 2 1 が形成されており、中央に近い部分には、リフターピン 2 6 を挿入するための貫通孔 2 2 が形成されている。

【 0 0 8 8 】

このリフターピン 2 6 は、その上にシリコンウエハ 1 9 を載置して上下させることができるようになっており、これにより、シリコンウエハ 1 9 を図示しない搬送機に渡したり、搬送機からシリコンウエハ 1 9 を受け取ったりすることができるとともに、シリコンウエハ 1 9 をセラミック基板 1 1 0 の加熱面 1 1 0 a に載置して加熱したり、シリコンウエハ 1 9 を加熱面 1 1 0 a から 5 0 ~ 2 0 0 0 μ m 離間させた状態で支持し、加熱することができるようになっている。

【 0 0 8 9 】

また、セラミック基板 1 1 0 に貫通孔や凹部を設け、この貫通孔または凹部に先端が尖塔状または半球状のリフターピンや支持ピンを挿入した後、リフターピンや支持ピンをセラミック基板 1 1 0 よりわずかに突出させた状態で固定し、このリフターピンや支持ピンでシリコンウエハ 1 9 を支持することにより、加熱面 1 1 0 a から 5 0 ~ 2 0 0 0 μ m 離間させた状態で加熱してもよい。

【 0 0 9 0 】

このセラミックヒータ 2 0 1 では、上層 1 0 8 は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈するような構造の層であり、この層を構成する粒子同士は強固に接合されているため、加熱面からセラミック粒子の脱落がなく、上層 1 0 8 からパーティクルが脱落し、シリコンウエハ 1 9 等の被処理物に付着したり、シリコンウエハ 1 9 等の被処理物とセラミック基板 1 1 0 の加熱面 1 1 0 a との密着不良を防止することができる。

一方、下層 1 0 9 は、（抵抗発熱体 1 5 およびその近傍を含む層、および、抵抗発熱体 1 5 より下の層）は、破壊時に粒界破壊の性状を呈し、気孔の割合が少ないため、抵抗発熱体 1 5 の間の短絡を防止することができる。また、R F 電極が存在する場合、該 R F 電極もこの下層 1 0 9 中に形成され、抵抗発熱体 1 5 と R

F電極との間の短絡も防ぐことができる。

【0091】

また、本発明のセラミック基板の表面に、チャックトップ導体層が形成され、セラミック基板の内部に形成された導体層がガード電極であり、そのさらに下方にもう一つの導体層として、グランド電極が形成された場合、上記セラミック基板は、ウエハプロセッサ用セラミック板として機能する。

【0092】

この場合においても、セラミック基板上部を、破壊時に粒子内破壊の性状を呈するような構造の層とすることで、その表面からセラミック粒子の脱落がなく、被処理物に付着したり、被処理物とセラミック基板の加熱面との密着不良を防止することができ、上記チャックトップ導体層、ガード電極およびグランド電極を含む領域を、破壊時に粒界破壊の性状を呈するような構造の層とすることで、チャックトップ導体層、ガード電極およびグランド電極との間での短絡や、水平方向に隣接する導体層同士の短絡を防止することができる。

【0093】

次に、本発明の静電チャックの製造方法の一例を図9（a）～（d）に示した断面図に基づき説明する。

（1）まず、窒化物セラミック、炭化物セラミックなどのセラミックの粉体をバインダおよび溶媒と混合して上層部用のグリーンシート55及び下層部用のグリーンシート50を得る。

上層用のセラミック粉体には、イットリアやカーボン等の焼結助剤を上述した比率で添加するか、または、酸化性雰囲気中で焼成することにより得られた酸素を含有する窒化アルミニウム粉末などを使用することができる。また、下層用のセラミック粉体にも、イットリアやカーボン等の焼結助剤等を上述した比率で添加する。

【0094】

なお、後述する静電電極層印刷体51が形成されたグリーンシート50の直上に積層する下層用のグリーンシート50と上層用のグリーンシート55とは、セラミック誘電体膜4となる層である。

【0095】

また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

さらに、溶媒としては、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法等でシート状に成形してグリーンシート50および55を作製する。

【0096】

グリーンシート50に、必要に応じ、シリコンウエハの支持ピンを挿入する貫通孔、熱電対を埋め込む凹部、スルーホールを形成する部分等に貫通孔を設けておくことができる。貫通孔は、パンチングなどにより形成することができる。

グリーンシート50の厚さは、0.1～5mm程度が好ましい。

【0097】

次に、グリーンシート50の貫通孔に、導体ペーストを充填し、スルーホール印刷体53、54を形成し、次に、グリーンシート50上に静電電極層や抵抗発熱体となる導体ペーストを印刷する。

印刷は、グリーンシート50の収縮率を考慮して所望のアスペクト比が得られるように行い、これにより静電電極層印刷体51、抵抗発熱体層印刷体52を得る。印刷体は、導電性セラミック、金属粒子などを含む導体ペーストを印刷することにより形成する。

【0098】

これらの導体ペースト中に含まれる導電性セラミック粒子としては、タングステンまたはモリブデンの炭化物が最適である。酸化しにくく、熱伝導率が低下しにくいからである。

また、金属粒子としては、例えば、タングステン、モリブデン、白金、ニッケルなどを使用することができる。

【0099】

導電性セラミック粒子、金属粒子の平均粒子径は0.1～5 μ mが好ましい。これらの粒子は、大きすぎても小さすぎても導体ペーストを印刷しにくいからであ

る。

このような導体ペーストとしては、金属粒子または導電性セラミック粒子 8 5 ～ 9 7 重量部、アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブおよびポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも 1 種のバインダ 1. 5 ～ 1 0 重量部、 α -テルピネオール、グリコール、エチルアルコールおよびブタノールから選ばれる少なくとも 1 種の溶媒を 1. 5 ～ 1 0 重量部混合して調製したものが最適である。

【 0 1 0 0 】

次に、図 9 (a) に示したように、下層用の印刷体 5 1、5 2、5 3、5 4 を有するグリーンシート 5 0 と、印刷体を有さないグリーンシート 5 0 および上層用のグリーンシート 5 5 とを積層する。抵抗発熱体形成側に印刷体を有さないグリーンシート 5 0 を積層するのは、スルーホールの端面が露出して、抵抗発熱体形成の焼成の際に酸化してしまうことを防止するためである。もしスルーホールの端面が露出したまま、抵抗発熱体形成の焼成を行うのであれば、ニッケルなどの酸化しにくい金属をスパッタリングする必要があり、さらに好ましくは、A u - N i の金ろうで被覆してもよい。

【 0 1 0 1 】

(2) 次に、図 9 (b) に示したように、積層体の加熱および加圧を行い、グリーンシートおよび導体ペーストを焼結させる。

加熱温度は、1 6 0 0 ～ 1 8 0 0 ℃、加圧は 1 0 ～ 2 0 M P a (1 0 0 ～ 2 0 0 k g / c m ²) が好ましく、これらの加熱および加圧は、不活性ガス雰囲気下で行う。不活性ガスとしては、アルゴン、窒素などを使用することができる。この工程で、スルーホール 1 6、1 7、チャック正極静電層 2、チャック負極静電層 3、抵抗発熱体 5 等が形成される。

【 0 1 0 2 】

(3) 次に、図 9 (c) に示したように、外部端子接続のための袋孔 3 5、3 6 を設ける。

袋孔 3 5、3 6 の内壁は、その少なくともその一部が導電化され、導電化された内壁は、チャック正極静電層 2、チャック負極静電層 3、抵抗発熱体 5 等と接続

されていることが望ましい。

【0103】

(4) 最後に、図9(d)に示したように、袋孔35、36に半田層(図示せず)を介して外部端子6、18を設ける。さらに、必要に応じて、有底孔を設け、その内部に熱電対を埋め込むことができる。

半田は銀-鉛、鉛-スズ、ビスマス-スズなどの合金を使用することができる。なお、半田層の厚さは、0.1~50 μ mが望ましい。半田による接続を確保するに十分な範囲だからである。また、外部端子6、18の接続は金ろうにより行ってもよい。

【0104】

本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板の表面および内部に導電体が配設され、表面の導体層がチャックトップ導体層であり、内部の導電体がガード電極またはグランド電極のいずれか少なくとも一方である場合には、上記セラミック基板は、ウエハブローバとして機能する。

また、上部表面付近の導体が配設されず、誘電体膜も設けられず、発熱体として導体が形成されている場合は、本発明のセラミック基板は、ホットプレートとして機能する。

【0105】

【実施例】

以下、本発明をさらに詳細に説明する。

(実施例1) 静電チャック(図9参照)の製造

(1) 上層用のグリーンシートとして、窒化アルミニウム粉末(平均粒径:0.6 μ m)100重量部、イットリア(平均粒径:0.4 μ m)0.3重量部、アクリルバイнда12重量部およびアルコールを混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ0.47mmのグリーンシート51を得た。また、下層用のグリーンシートとして、窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製、平均粒径0.2 μ m)1000重量部、イットリア(平均粒径:0.4 μ m)40重量部、アクリルバイнда115重量部、窒化ホウ素0.002重量部、分散剤5重量部および1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール530

重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ 0.47 mm のグリーンシート 50 を得た。

【0106】

(2) 次に、このグリーンシートを 80℃ で 5 時間乾燥させた後、パンチングにより直径 1.8 mm、3.0 mm、5.0 mm の半導体ウエハ支持ピンを挿入する貫通孔となる部分、外部端子と接続するためのスルーホールとなる部分を設けた。

【0107】

(3) 平均粒子径 1 μ m のタングステンカーバイト粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 3.0 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3.5 重量部および分散剤 0.3 重量部を混合して導体ペースト A を調製した。

平均粒子径 3 μ m のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 1.9 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3.7 重量部および分散剤 0.2 重量部を混合して導体ペースト B を調製した。

この導電性ペースト A を下層用グリーンシート 50 にスクリーン印刷で印刷し、導体ペースト層を形成した。印刷パターンは、同心円パターンとした。また、他の下層用グリーンシート 50 に図 4 に示した形状の静電電極パターンからなる導体ペースト層を形成した。

【0108】

さらに、外部端子を接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペースト B を充填した。

上記処理の終わった下層用グリーンシート 50 に、さらに、タングステンペーストを印刷しない下層用グリーンシート 50 を上側（加熱面）に 34 枚、下側に 13 枚積層し、その上に静電電極パターンからなる導体ペースト層を印刷した下層用グリーンシート 50 を積層し、さらにその上にタングステンペーストを印刷していない下層用グリーンシート 50 を 1 枚積層し、そのさらに上に、上層用グリーンシートを積層した。これらを 130℃、8 MPa（80 kg/cm²）の圧力で圧着して積層体を形成した（図 7（a））。

【0109】

(4) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、600℃で5時間脱脂し、3時間ホットプレスを1700℃、圧力：20MPa (200 kg/cm^2) の条件でおこない、厚さ3mmの窒化アルミニウム板状体を得た。これを230mmの円板状に切り出し、内部に厚さ6 μ m、幅10mmの抵抗発熱体5および厚さ10 μ mのチャック正極静電層2、チャック負極静電層3を有する窒化アルミニウム製の板状体とした(図7(b))。

【0110】

(5) 次に、(4)で得られた板状体を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC等によるブラスト処理で表面に熱電対のための有底孔(直径：1.2mm、深さ：2.0mm)を設けた。

【0111】

(6) さらに、スルーホールが形成されている部分をえぐり取って袋孔35、36とし(図7(c))、この袋孔35、36にNi-Auからなる金ろうを用い、700℃で加熱リフローしてコパール製の外部端子6、18を接続させた(図7(d))。

なお、外部端子の接続は、タングステンの支持体が3点で支持する構造が望ましい。接続信頼性を確保することができるからである。

【0112】

(7) 次に、温度制御のための複数の熱電対を有底孔に埋め込み、抵抗発熱体を有する静電チャックの製造を完了した。

【0113】

(実施例2) 静電チャック(図9参照)の製造

上層用のグリーンシートとして、窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製 平均粒径：0.6 μ m)100重量部、イットリア(平均粒径：0.4 μ m)0.2重量部、アクリルバイнда11.5重量部、分散剤0.5重量部および1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール53重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法により成形を行って、厚さ0.47mmのグリーンシートを得たほかは、実施例1と同様にして静電チャックを製造した。

【0114】

（実施例 3）静電チャック（図 9 参照）の製造

下層用のグリーンシートとして、窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径 $0.6 \mu\text{m}$ ）1000 重量部、イットリア（平均粒径： $0.4 \mu\text{m}$ ）40 重量部、アクリルバイнда 115 重量部、窒化ホウ素 0.002 重量部、シリカ 0.05 重量部、 Na_2O ： 0.001 重量部、分散剤 5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 530 重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ 0.47 mm のグリーンシートを得たほかは、実施例 1 と同様にして静電チャックを製造した。

【0115】

（実施例 4）静電チャック（図 9 参照）の製造

上層用のグリーンシートとして、窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製 平均粒径： $0.6 \mu\text{m}$ ）100 重量部、イットリア（平均粒径： $0.4 \mu\text{m}$ ）0.2 重量部、アクリルバイнда 11.5 重量部、分散剤 0.5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 53 重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法により成形を行って、厚さ 0.47 mm のグリーンシートを得たほかは、実施例 3 と同様にして静電チャックを製造した。

【0116】

（比較例 1）静電チャックの製造

（1）窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径 $1.1 \mu\text{m}$ ）100 重量部、イットリア（平均粒径： $0.4 \mu\text{m}$ ）4 重量部、アクリルバイнда 11.5 重量部、分散剤 0.5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 53 重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ 0.47 mm のグリーンシートを得た。

【0117】

（2）次に、このグリーンシートを 80°C で 5 時間乾燥させた後、パンチングにより直径 1.8 mm 、 3.0 mm 、 5.0 mm の半導体ウエハ支持ピンを挿入する貫通孔となる部分、外部端子と接続するためのスルーホールとなる部分を設けた。

【0118】

(3) 平均粒子径 $1\ \mu\text{m}$ のタングステンカーバイト粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 3.0 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3.5 重量部および分散剤 0.3 重量部を混合して導体ペースト A を調製した。

平均粒子径 $3\ \mu\text{m}$ のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 1.9 重量部、 α -テルピネオール溶媒 3.7 重量部および分散剤 0.2 重量部を混合して導体ペースト B を調製した。

この導電性ペースト A をグリーンシートにスクリーン印刷で印刷し、導体ペースト層を形成した。印刷パターンは、同心円パターンとした。また、他のグリーンシートに図 4 に示した形状の静電電極パターンからなる導体ペースト層を形成した。

【0119】

さらに、外部端子を接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペースト B を充填した。

上記処理の終わったグリーンシートに、さらに、タングステンペーストを印刷しないグリーンシートを上側（加熱面）に 34 枚、下側に 13 枚積層し、その上に静電電極パターンからなる導体ペースト層を印刷したグリーンシートを積層し、さらにその上にタングステンペーストを印刷していないグリーンシートを 2 枚積層し、これらを 130°C 、 8MPa ($80\text{kg}/\text{cm}^2$) の圧力で圧着して積層体を形成した。

【0120】

(4) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、 600°C で 5 時間脱脂し、 1890°C 、圧力 15MPa ($150\text{kg}/\text{cm}^2$) で 3 時間ホットプレスし、厚さ 3 mm の窒化アルミニウム板状体を得た。これを 230 mm の円板状に切り出し、内部に厚さ $6\ \mu\text{m}$ 、幅 10 mm の抵抗発熱体 5 および厚さ $10\ \mu\text{m}$ のチャック正極静電層 2、チャック負極静電層 3 を有する窒化アルミニウム製の板状体とした。

【0121】

(5) 次に、(4) で得られた板状体を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC 等によるブラスト処理で表面に熱電対のための有底孔（直径：1.2 mm、深さ：2.0 mm）を設けた。

【0 1 2 2】

(6) さらに、スルーホールが形成されている部分をえぐり取って袋孔とし、この袋孔にNi-Auからなる金ろうを用い、700℃で加熱リフローしてコパール製の外部端子を接続させた。

【0 1 2 3】

(7) 次に、温度制御のための複数の熱電対を有底孔に埋め込み、抵抗発熱体を有する静電チャックの製造を完了した。

【0 1 2 4】

(比較例2) 静電チャックの製造

窒化アルミニウム粉末(平均粒径: 0.6 μm) 100重量部、イットリア(平均粒径: 0.4 μm) 0.3重量部、アクリルバイнда12重量部およびアルコールを混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ0.47mmのグリーンシートを作製し、1700℃、圧力: 20MPa (200 kg/cm^2) の条件でホットプレスを3時間行ったほかは、比較例1と同様にして静電チャックを製造した。

【0 1 2 5】

実施例1~4および比較例1~2で製造した静電チャックについて、パーティクルの数、破壊断面の観察、気孔率の測定、セラミック基板を400℃まで昇温した後の温度分布の測定、および、セラミック基板中の導体回路の絶縁試験を行い、その導体回路間の短絡発生の有無を確かめた。

その結果を下記の表1に示した。

【0 1 2 6】

評価方法

(1) パーティクル数の測定

シリコンウエハを載置し、50 kg/cm^2 の荷重をかけ、シリコンウエハの任意の10箇所を電子顕微鏡で観察撮影して粒子径2 μm 以上のものの個数を計測し、撮影視野面積で除した。

【0 1 2 7】

(2) 破壊断面の状態の観察

破壊断面を電子顕微鏡にて 5 0 0 0 倍で観察し、粒子内破壊であるか否かを確認した。図 1 0 に、実施例 1 に係る静電チャックの上部表面付近（上層）における破壊断面の走査型電子顕微鏡（SEM）写真、図 1 1 に、実施例 1 に係る静電チャックの下層における破壊断面の走査型電子顕微鏡（SEM）写真を示した。

【0 1 2 8】

（3）加熱面での温度差の測定

実施例 1 ～ 4 および比較例 1 ～ 2 に係る静電チャックに通電を行い、静電チャックを 4 0 0 ℃まで昇温させた後、加熱面での温度差をサーモピュア（日本データム社製 IR 1 6 2 0 1 2 - 0 0 1 2）で測定した。

【0 1 2 9】

（4）セラミック基板中の導体回路の絶縁試験

セラミック基板中に設けられた導体回路間で絶縁が保たれているか否かをテスターを用いての確認し、短絡発生の有無を確認した。

【0 1 3 0】

（5）気孔率の測定

アルキメデス法により行なった。なお、静電チャックの上層部の気孔径の測定においては、上層部を薄く剥離して行なった。

【0 1 3 1】

【表 1】

	パーティクルの数 (個/cm ²)	破壊断面の観察		気孔率 (%)		温度差(*1) (°C)	セラミック基板中の導体回路の 絶縁試験(良/不良)
		上部表面付近	下部	上部表面付近	下部		
実施例1	0.5	粒子内破壊	粒界破壊	0.3	0(*2)	0.5	良
実施例2	0.5	粒子内破壊	粒界破壊	0.3	0(*2)	0.5	良
実施例3	0.5	粒子内破壊	粒界破壊	0.3	0(*2)	0.5	良
実施例4	0.5	粒子内破壊	粒界破壊	0.3	0(*2)	0.5	良
比較例1	1.0	粒界破壊	粒界破壊	0(*2)	0(*2)	0.1	良
比較例2	0.5	粒子内破壊	粒子内破壊	0.3	0.3	0.5	不良

*1) 最高温度と最低温度との温度差

*2) 測定限界以下

【0 1 3 2】

表 1 に示した結果より明らかなように、実施例 1 ～ 4 に係る静電チャックの上部表面付近（上層）の破壊断面は、粒子内破壊の性状を呈した。よって、シリコンウエハ等の被処理物表面付近に観察されるパーティクルの数も少なかった。

一方、下部（下層）の破壊断面は、粒界破壊の性状を呈した。下層においては、気孔率も上部に比べて低かった。そのため、セラミック基板中の導体回路の絶縁試験の結果も全て良好で、短絡は発生しなかった。

【 0 1 3 3 】

一方、比較例 1 については、その破壊断面は、上層、下層共に粒界破壊の性状を呈した。この比較例においては、セラミック基板全体で気孔率が少なく、セラミック基板中の導体回路の絶縁試験の結果は良好で、導体回路間での短絡は発生しなかったが、シリコンウエハ等の被処理物表面に観察されるパーティクルの数が多く、そのため、上記シリコンウエハの導体回路に、短絡、断線等が発生してしまった。

また、比較例 2 に係る静電チャックの破壊断面は、上層、下層共に粒子内破壊の性状を呈し、そのため、シリコンウエハ等の被処理物表面に観察されるパーティクルの数が少なく、上記シリコンウエハの導体回路に、短絡、断線等が発生することはなかったが、全体として気孔率が高く、セラミック基板中の導体回路間の絶縁が保たれておらず、短絡が発生した。

【 0 1 3 4 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板は、その内部に導体が形成されたセラミック基板であって、上記導体を含む、上記導体より下のセラミック層（下層）は、破壊時に粒界破壊の性状を呈し、その他のセラミック層（上層）は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈することを特徴とするので、被処理物が載置される基板表面ではセラミック粒子の脱落によるパーティクルが発生しにくく、そのため、被処理物（シリコンウエハ）上に形成された導体回路に短絡、断線等が発生しにくい。また、セラミック基板中の導体回路間に存在する気孔率が小さい為、導体回路間で短絡を起こすこともなく、良好に機能することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の静電チャックの一例を模式的に示す断面図である。

【図 2】

図 1 に示した静電チャックの A - A 線断面図である。

【図 3】

図 1 に示した静電チャックの B - B 線断面図である。

【図 4】

本発明の静電チャックの一例を模式的に示す断面図である。

【図 5】

本発明の静電チャックの一例を模式的に示す断面図である。

【図 6】

本発明の静電チャックを支持容器に嵌め込んだ状態を模式的に示した断面図である。

【図 7】

本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板を用いたセラミックヒータの一例を模式的に示す底面図である。

【図 8】

図 7 に示したセラミックヒータの一部を示す部分拡大断面図である。

【図 9】

(a) ~ (d) は、静電チャックの製造工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図 10】

実施例 1 に係る静電チャックの上部表面付近（上層）における破壊断面を示した走査型電子顕微鏡（SEM）写真である。

【図 11】

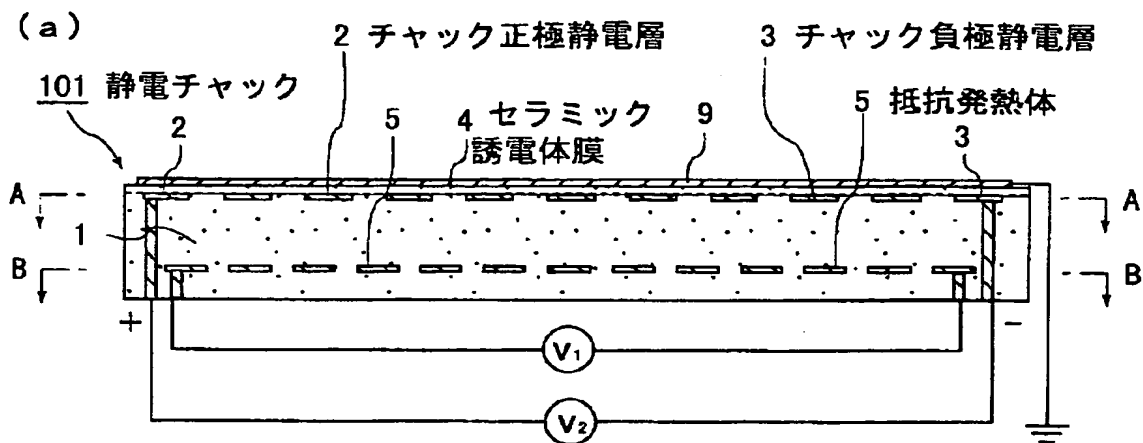
実施例 1 に係る静電チャックの下層における破壊断面を示した走査型電子顕微鏡（SEM）写真である。

【符号の説明】

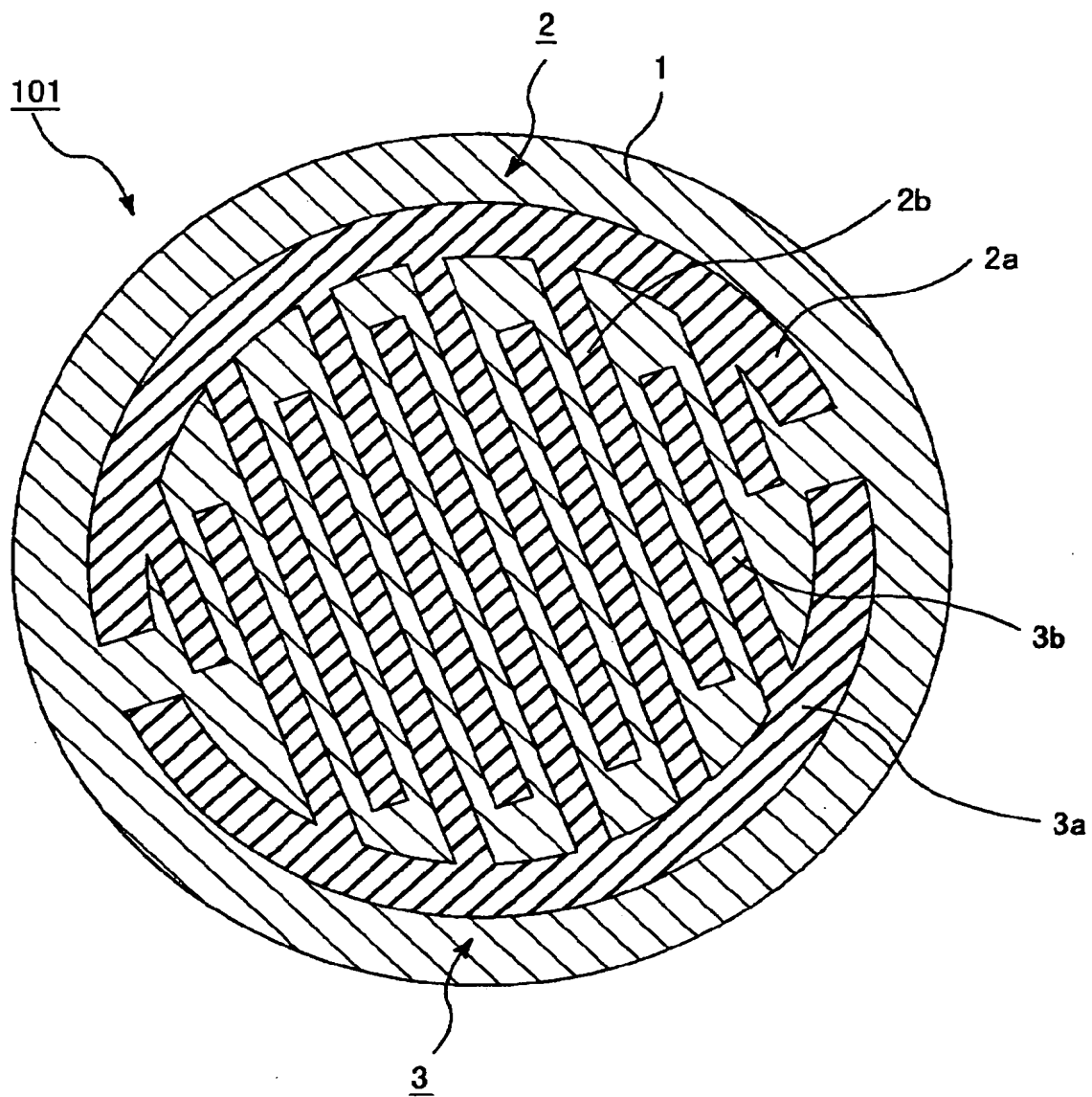
- 1、1 1 0 セラミック基板
- 2、2 2、3 2 a、3 2 b チャック正極静電層
- 3、2 3、3 3 a、3 3 b チャック負極静電層
- 2 a、3 a 半円弧状部
- 2 b、3 b 櫛歯部
- 4 セラミック誘電体膜
- 5、1 5 抵抗発熱体
- 6、1 3、1 8、2 3 外部端子
- 9、1 9 シリコンウエハ
- 1 4、2 1 有底孔
- 1 5、2 2 貫通孔
- 1 6、1 7、2 7 スルーホール
- 2 0、3 0、1 0 1 静電チャック
- 4 1 支持容器
- 4 2 冷媒吹き出し口
- 4 3 吸入口
- 4 4 冷媒注入口
- 4 5 断熱材
- 2 0 1 セラミックヒータ

【書類名】 図面

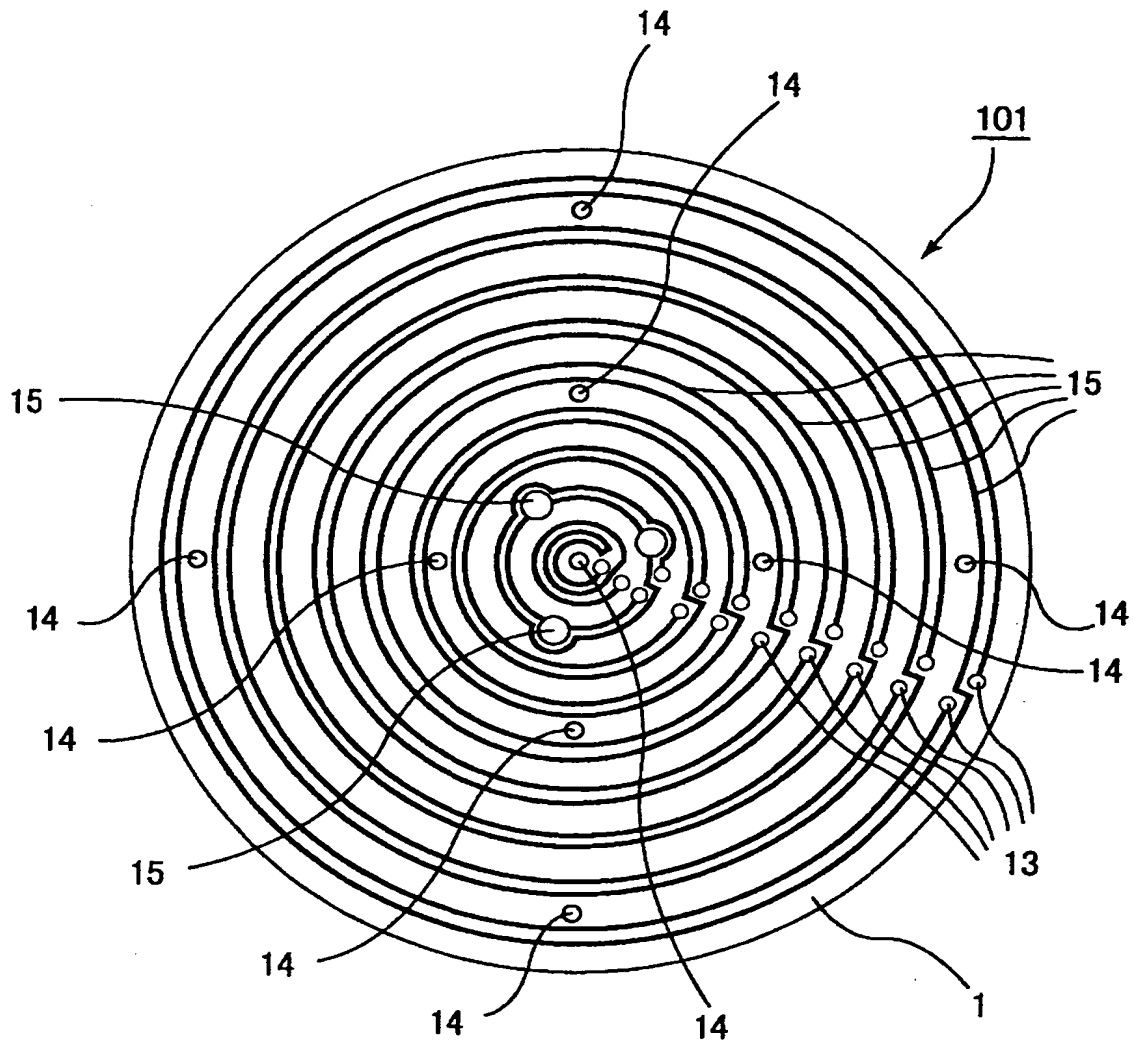
【図 1】



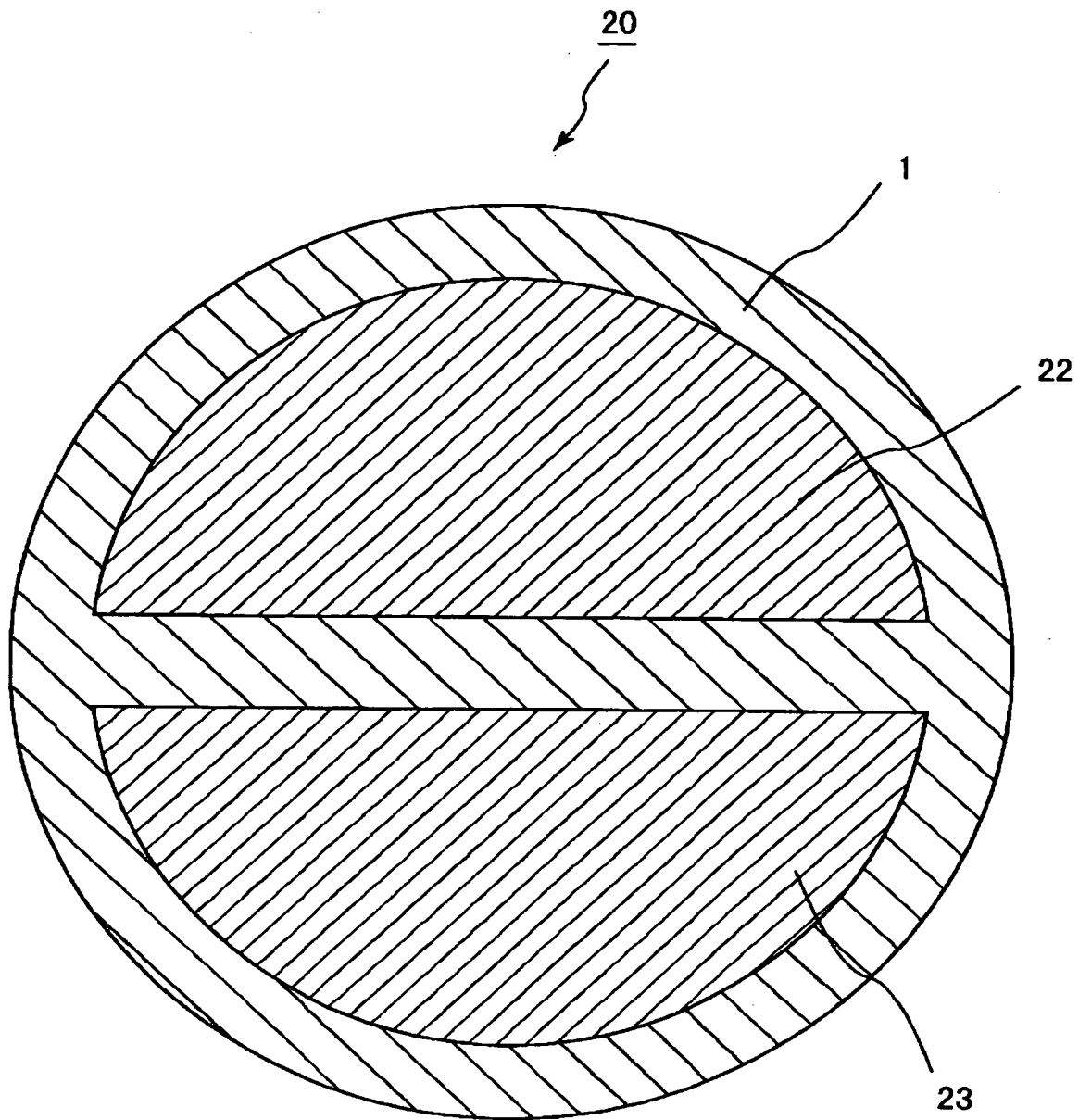
【図 2】



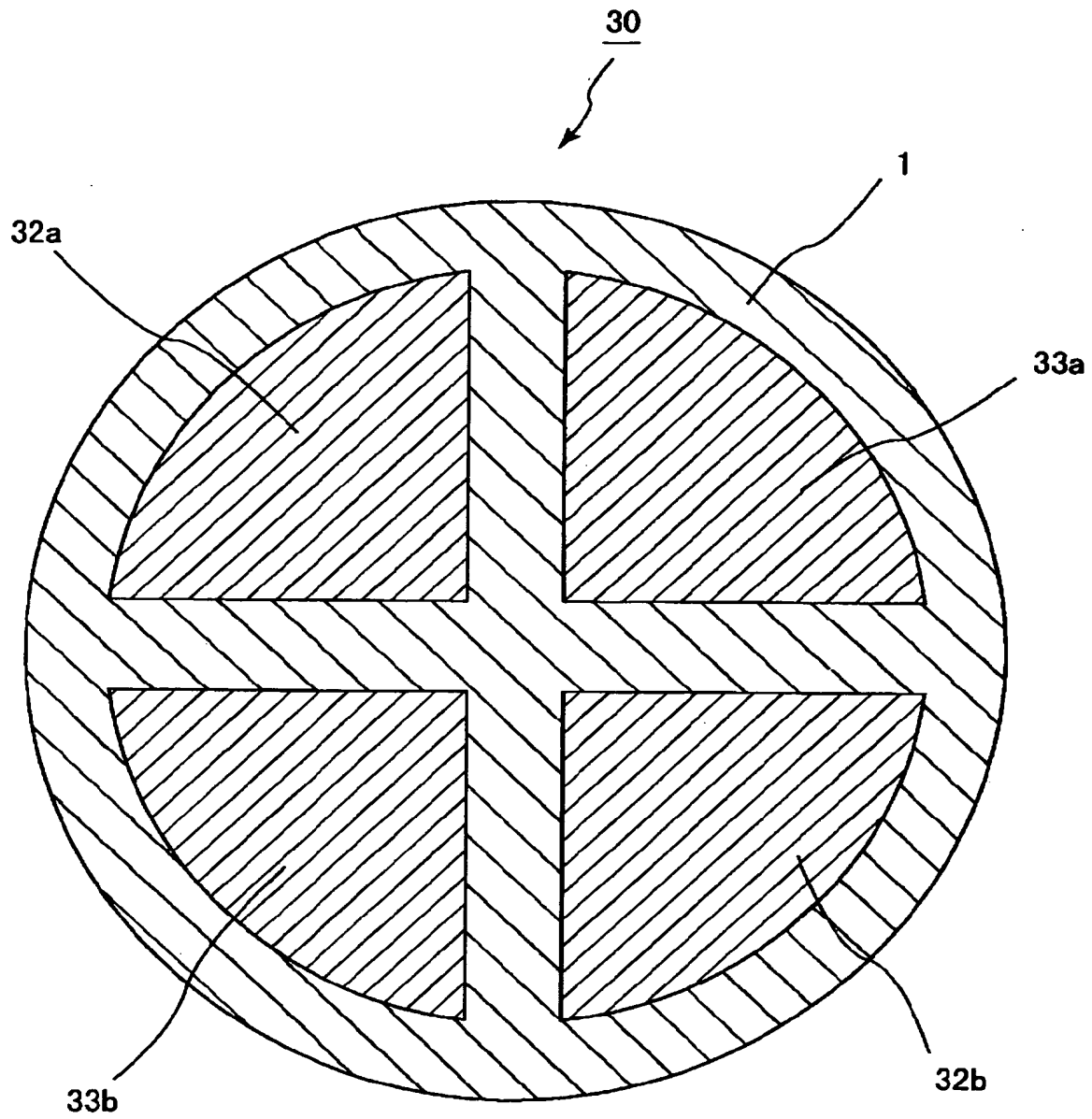
【図 3】



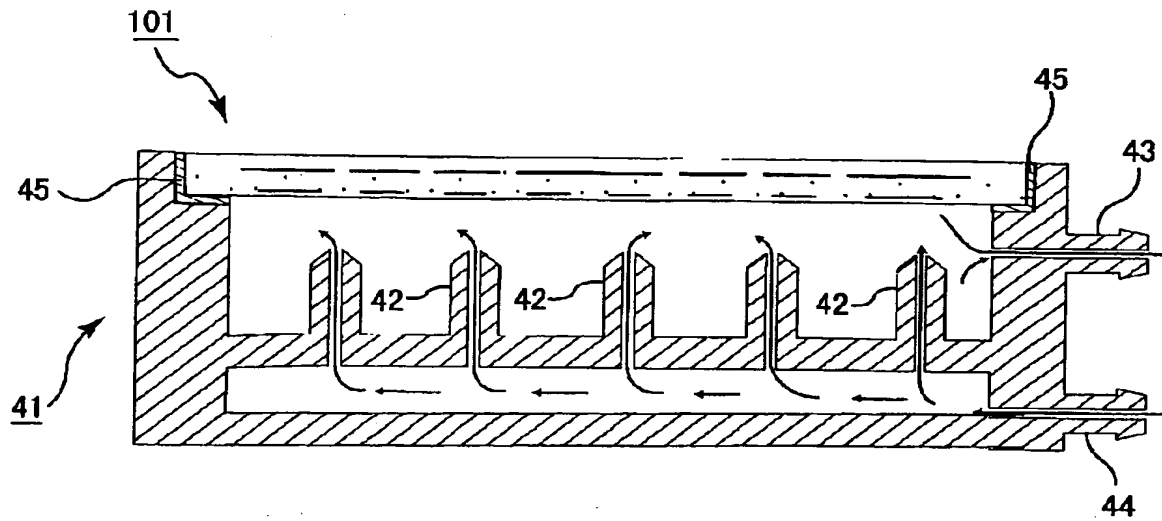
【図 4】



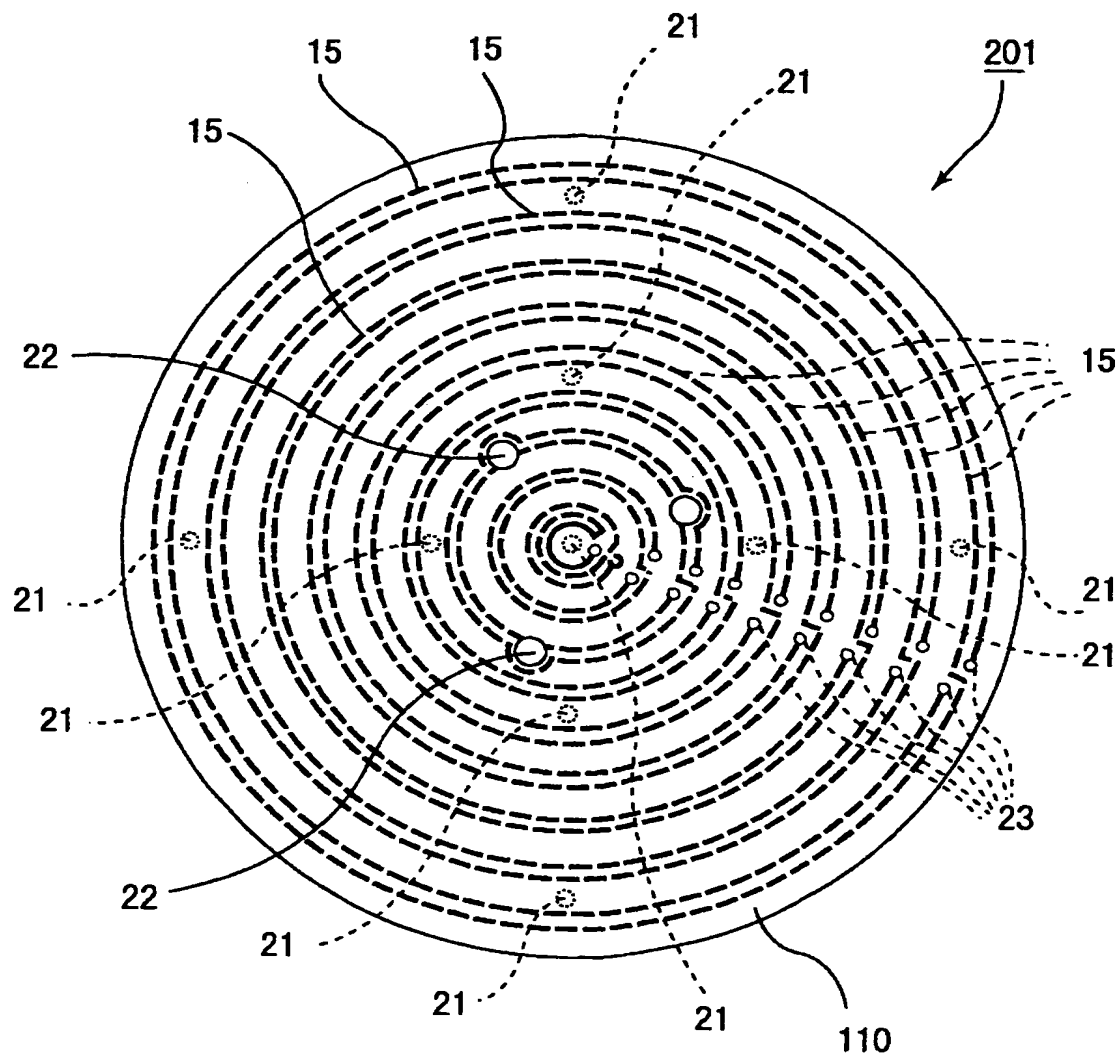
【図 5】



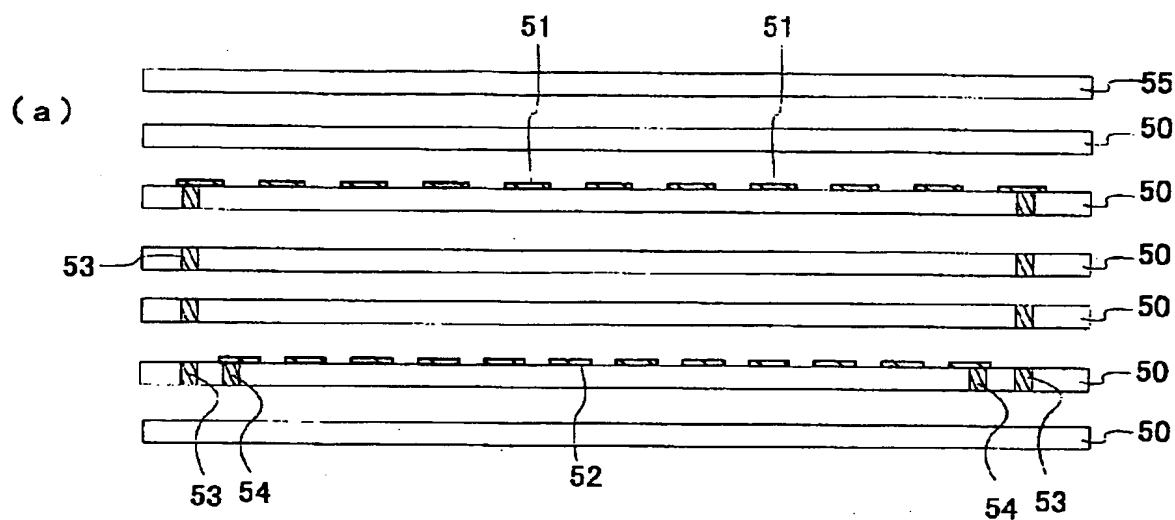
【図 6】



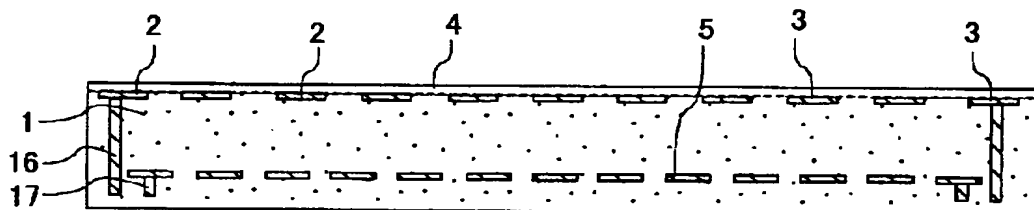
【図 7】



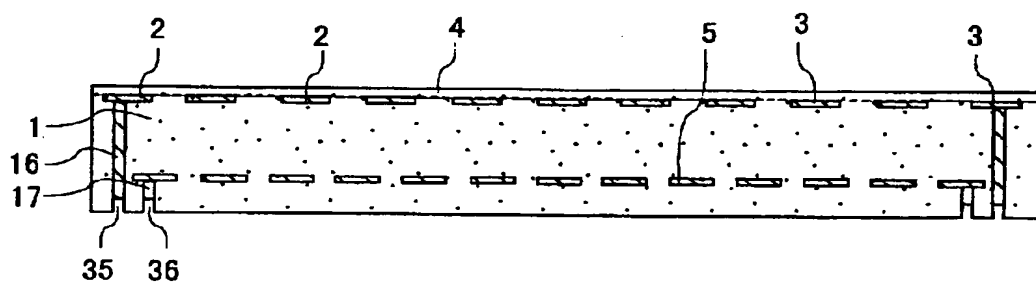
【図9】



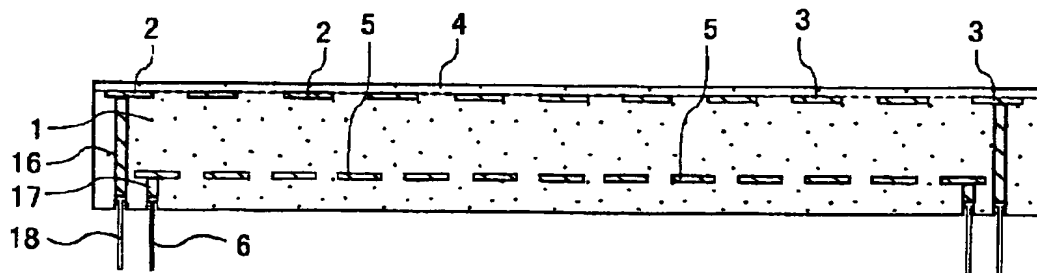
(b)



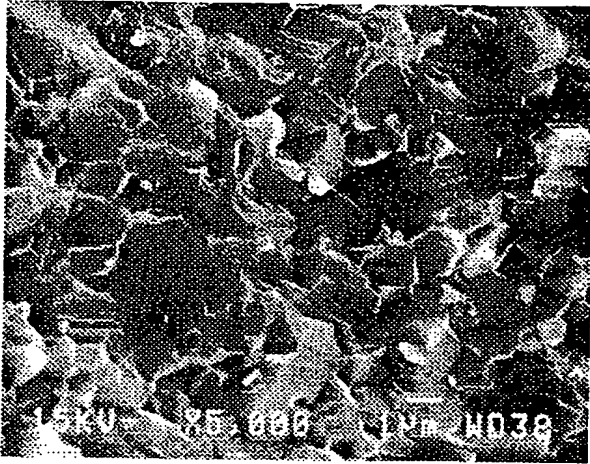
(c)



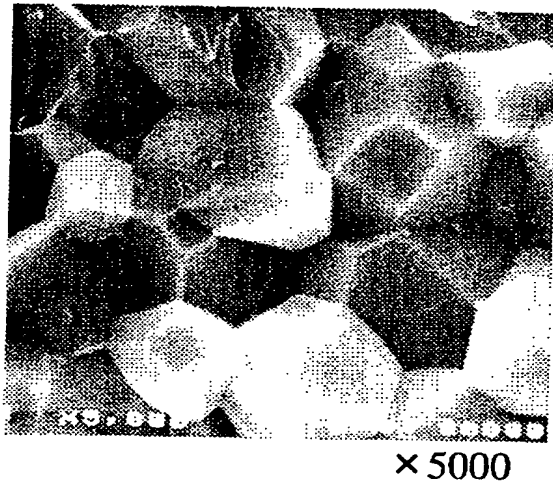
(d)



【図 1 0】



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シリコンウエハ等の被処理物上にパーティクルが付着せず、また、その内部に形成された導体回路間で短絡が発生することがない半導体製造・検査装置用セラミック基板を提供すること。

【解決手段】 その内部に導体が形成されたセラミック基板であって、前記導体およびその近傍を含むセラミック層、および、前記導体より下のセラミック層は、破壊時に粒界破壊の性状を呈し、その他のセラミック層は、破壊時に粒子内破壊の性状を呈することを特徴とする半導体製造・検査装置用セラミック基板。

【選択図】 図 1

特 2 0 0 0 - 3 6 7 5 4 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 3 6 7 5 4 1
受付番号	5 0 0 0 1 5 5 4 9 5 5
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 2 年 1 2 月 1 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成12年12月 1日
-------	-------------

次頁無

特 2000-367541

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000158]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地
氏 名 イビデン株式会社